

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-36414

(P2000-36414A)

(43) 公開日 平成12年2月2日(2000.2.2)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード [*] (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|--------------------------|
| H 0 1 F 17/04 | | H 0 1 F 17/04 | A 5 E 0 6 2 |
| | 27/00 | 41/04 | F 5 E 0 7 0 |
| | 41/04 | 15/00 | B |
| | | | C |

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-179404
(22) 出願日 平成10年6月25日(1998.6.25)
(31) 優先権主張番号 特願平10-129118
(32) 優先日 平成10年5月12日(1998.5.12)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願平10-129119
(32) 優先日 平成10年5月12日(1998.5.12)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市天神二丁目26番10号
(72) 発明者 伊藤 陽一郎
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
(72) 発明者 河端 利夫
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
(74) 代理人 100091432
弁理士 森下 武一

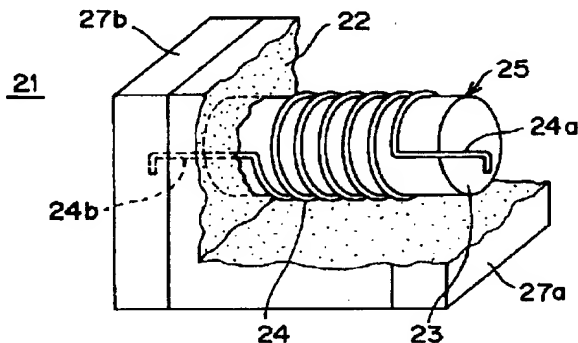
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インダクタ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 電流容量が大きく、かつ、製造コストの安価なインダクタ及びその製造方法を得る。

【解決手段】 湿式プレス工法により成形した磁性焼結体22内に、磁性体コア23に巻線24を巻回してなるコイル25が配設されている。コイル25の巻線24の両端部24a、24bは、磁性焼結体22の互いに対向する端面にそれぞれ設けた外部電極27a、27bに電氣的に接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導体線が磁性セラミックスラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体に内蔵され、前記磁性焼結体の表面に設けられた外部電極に前記導体線の端部が電氣的に接続されていることを特徴とするインダクタ。

【請求項2】 磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成されたコイルが、磁性セラミックスラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体に内蔵され、前記磁性焼結体の表面に設けられた外部電極に前記導体線の端部が電氣的に接続されていることを特徴とするインダクタ。

【請求項3】 磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成された複数のコイルが相互に電磁氣的に独立した状態で、磁性セラミックスラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体に内蔵され、前記磁性焼結体の表面に設けられた外部電極に前記導体線の端部がそれぞれ電氣的に接続されていることを特徴とするインダクタ。

【請求項4】 前記磁性焼結体内の前記複数のコイル相互間に非磁性材を配設したことを特徴とする請求項3記載のインダクタ。

【請求項5】 前記磁性焼結体内の前記複数のコイル相互間に空洞を配設したことを特徴とする請求項3記載のインダクタ。

【請求項6】 磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成され、かつ、電磁氣的に結合された少なくとも一対のコイルが、磁性セラミックスラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体に内蔵され、前記磁性焼結体の表面に設けられた外部電極に前記導体線の端部が電氣的に接続されていることを特徴とするインダクタ。

【請求項7】 前記磁性焼結体内の前記少なくとも一対のコイル相互間に非磁性材を配設したことを特徴とする請求項6記載のインダクタ。

【請求項8】 前記磁性焼結体内の前記少なくとも一対のコイル相互間に空洞を配設したことを特徴とする請求項6記載のインダクタ。

【請求項9】 磁性セラミック材料を含む湿式プレス用スラリーを調整する工程と、導体線を装填した成型型に、前記湿式プレス用スラリーを注入して湿式プレス成形する工程と、前記導体線が内蔵された磁性成形体を焼成する工程と、前記導体線が内蔵された磁性焼結体の表面に、前記導体線の端部に電氣的に接続した外部電極を形成する工程と、

を備えたことを特徴とするインダクタの製造方法。

【請求項10】 磁性セラミック材料を含む湿式プレス用スラリーを調整する工程と、磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とでコイルを構成する工程と、前記コイルを装填した成型型に、前記湿式プレス用スラリーを注入して湿式プレス成形し、コイルが内蔵された

磁性成形体を形成する工程と、

前記コイルが内蔵された磁性成形体を焼成する工程と、前記コイルが内蔵された磁性焼結体の表面に、前記導体線の端部に電氣的に接続した外部電極を形成する工程と、を備えたことを特徴とするインダクタの製造方法。

【請求項11】 磁性セラミック材料を含む湿式プレス用スラリーを調整する工程と、前記湿式プレス用スラリーを成型型に注入して湿式プレス成形し、磁性成形板を形成する工程と、磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とでコイルを構成する工程と、

前記コイルを前記磁性成形板上に固定する工程と、前記コイルが固定された磁性成形板を装填した成型型に、前記湿式プレス用スラリーを注入して湿式プレス成形し、前記コイルが内蔵された磁性成形体を形成する工程と、

前記コイルが内蔵された磁性成形体を焼成する工程と、前記コイルが内蔵された磁性焼結体の表面に、前記導体線の端部に電氣的に接続した外部電極を形成する工程と、を備えたことを特徴とするインダクタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インダクタ及びその製造方法、特に、ノイズフィルタやトランスや共通モードチョークコイル等のインダクタ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、ノイズフィルタ等に使用されるインダクタとして、図21及び図22に示された積層タイプのものが知られている。該インダクタ1は、導体パターン11a～11dをそれぞれ表面に設けた磁性体シート2と、カバー用磁性体シート3等で構成されている。導体パターン11a～11dは、磁性体シート2に設けたビアホール14a～14cを介して螺旋状のコイル11を形成する。各磁性体シート2、3は積み重ねられた後、一体的に焼成され、図22に示すような積層体7とされる。積層体7の両端部には、それぞれコイル11の入力電極10a及び出力電極10bが設けられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、インダクタ1は、導体パターン11a～11dの厚みが薄いため、その断面積が小さくなり、コイル11の電流容量が小さいという問題があった。また、インダクタ1は、磁性体シート2上にそれぞれ導体パターン11a～11dを形成しなければならない等、その製造工程数が多く、製造コストが高いという問題もあった。

【0004】そこで、本発明の目的は、電流容量が大き

く、かつ、製造コストの安価なインダクタ及びその製造方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段及び作用】前記目的を達成するため、本発明に係るインダクタは、導体線、あるいは、磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成されたコイルが、磁性セラミックスラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体に内蔵され、前記磁性焼結体の表面に設けられた外部電極に前記導体線の端部が電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0006】以上の構成により、磁性セラミックスラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体は、導体線によって発生した磁束の磁路となる。さらに、導体線の断面積は、従来の積層型インダクタの導体パターンと比較して大きいので、導体線の直流抵抗値が低く、インダクタの電流容量がアップする。

【0007】また、本発明に係るインダクタは、磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成された複数のコイルを、相互に電磁氣的に独立した状態で、磁性セラミックスラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体に内蔵することにより、電流容量が大きいアレタイプインダクタが得られる。さらに、磁性焼結体内の複数のコイル相互間に非磁性材あるいは空洞を配設することにより、隣接するコイル相互間の磁路形成が非磁性材あるいは空洞によって阻止される。従って、一つのコイルから出た磁束が、隣接するコイルに殆ど鎖交しない。

【0008】また、本発明に係るインダクタは、磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成され、かつ、電磁氣的に結合された少なくとも一対のコイルを、磁性セラミックスラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体に内蔵することにより、電流容量が大きく、かつ、トランスやコモンモードチョークコイルに適したインダクタが得られる。ここに、少なくとも一対のコイルは、一つの磁性体コアに複数の導体線が巻回されている場合、あるいは複数のコアにそれぞれ導体線が巻回されている場合がある。

【0009】また、トランスやコモンモードチョークコイル等として用いられるインダクタの場合、通常、隣接するコイル間の磁性焼結体領域には、一つのコイルから出た磁束のうち、他の隣接するコイルと鎖交しない磁束、即ち、自己インダクタンスのみに寄与する磁束の磁路が形成される。そこで、磁性焼結体内の少なくとも一対のコイル相互間に非磁性材あるいは空洞を配設することにより、この自己インダクタンスのみに寄与する磁束の磁路形成が非磁性材あるいは空洞によって阻止され、一つのコイルから出た磁束の大部分は他の隣接するコイルと鎖交するようになる。つまり、磁性焼結体内には、他の隣接するコイルと鎖交する磁束、即ち、自己インダクタンス及び相互インダクタンスの両者に寄与する磁束の磁路が主として形成されることになる。

【0010】さらに、本発明に係るインダクタの製造方法は、(a)磁性セラミック材料を含む湿式プレス用スラリーを調整する工程と、(b)導体線、あるいは、磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成されたコイルを装填した成型型に、前記湿式プレス用スラリーを注入して湿式プレス成形する工程と、(c)導体線又はコイルが内蔵された磁性成型体を焼成する工程と、(d)導体線又はコイルが内蔵された磁性焼結体の表面に、導体線の端部に電氣的に接続した外部電極を形成する工程と、を備えたことを特徴とする。

【0011】以上の方法、いわゆる湿式プレス工法により、導体パターンの印刷や磁性体シートの積層等の煩雑な工程を経ることなく、インダクタが安易に製造される。しかも、スラリーをプレス加圧して、スラリーに含まれている水分を抜きながら成形するため、スラリー内部に気泡が発生しにくく、充填性が良い。そして、磁性体コアに導体線を巻回することにより、導体線の変形が抑えられる。

【0012】さらに、本発明に係るインダクタの製造方法は、スラリーを湿式プレス成形して形成した磁性成型板に、磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成されたコイルを固定した後、磁性成型板を成型型に装填し、スラリーをこの成型型に注入して湿式プレス成形することを特徴とする。以上の方法により、磁性成型板に複数のコイルを固定した後、磁性成型板を成型型に装填することができ、個々のコイルを直接に成型型に装填する必要がなくなり、生産性がアップする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るインダクタ及びその製造方法の実施の形態について添付図面を参照して説明する。各実施形態において、同一部品及び同一部分には同じ符号を付し、重複した説明は省略する。

【0014】[第1実施形態、図1～図7]本発明に係るインダクタの第1実施形態の一部破断斜視図を図1に示す。該インダクタ21は、フェライト等からなる直方体形状の磁性焼結体22内に、円柱状の磁性体コア23に巻線24を巻回してなるコイル25を配置したものである。磁性焼結体22は、後で詳細に説明する、いわゆる湿式プレス工法により形成されてなるものである。コイル25の巻線24の両端部24a、24bは、磁性焼結体22の互いに対向する端面にそれぞれ形成された入力電極27a及び出力電極27bにそれぞれ電氣的に接続されている。

【0015】次に、図2～図7を参照して、湿式プレス工法を用いたインダクタ21の製造方法を説明する。直径1.5mmのフェライト等からなる円柱状磁性体コア23と、巻線24として直径が200 μ mの銀線とを用意し、図1のコイル25を製作した。磁性体コア23には、NiCuZn系フェライトを910℃で焼成したものが用いられた。なお、磁性体コア23は、必ずしも必

要なものではなく、要求される特性によって省略される場合もある。コイル25は、巻線24を磁性体コア23にコイル部の長さが2.5mmとなるように6ターン巻回し、図2に示すようなコイル25を製作した。このときのコイル25の巻線24の直線状の両端部24a、24bの長さはそれぞれ0.75mmとした。あるいは、予め螺旋状に巻回した巻線24を製作し、この巻線24に焼成済み磁性体コア23を挿入してもよい。

【0016】湿式プレス用スラリーの調製には、原料粉末として粒径2.2 μ m、比表面積2.25m²/gのNiCuZnフェライトを用意した。次いで、原料粉末、水、分散剤（ポリオキシアルキレングリコール）、消泡剤（ポリエーテル系消泡剤）及び結合材（アクリル系バインダ）を、次の表1に示す重量部でポットに投入し、17時間ボールミル混合してスラリーを調製した。

【0017】

【表1】

表1

| | 原料粉末重量に対する重量部 |
|-----|---------------|
| 水 | 45.0% |
| 分散剤 | 1.2% |
| 消泡剤 | 0.2% |
| 結合材 | 0.5% |

【0018】図3に示すように、このようにして調製した湿式プレス用スラリー22aを、成型型100に流し込んだ。成型型100は、枠部101と、押圧部102と、受部103とを有している。スラリー22aは、枠部101と押圧部102とで形成された凹部104に流し込まれる。スラリー22aの流し込み作業が終了すると、水分のみ透過するフィルタ105で凹部104の開口部に蓋をした後、スラリー22aが漏れないように受部103でパッキングする。次に、押圧部102を図3に矢印Pで示した方向に移動させて、スラリー22aに対して100kgf/cm²のプレス圧力を5分間かけ、スラリー22aの水分をフィルタ105を介して受部103に設けた水抜き孔103aを通して抜き、図4に示すような磁性成形板22mを得た。

【0019】この磁性成形板22mの上面に、複数のコイル25を軸方向が水平になるように配設した。次に、コイル25の位置ずれを防止するために接着剤又はスラリーでコイル25を固定する。そして、コイル25を固定した磁性成形板22mを、図5に示すように、成型型100に装填した後、前述の湿式プレス用スラリー22aを成型型100に流し込んだ。スラリー22aの流し込み作業が終了すると、水分のみ透過するフィルタ10

5で成型型100の開口部に蓋をした後、スラリー22aが漏れないように受部103でパッキングする。次に、押圧部102を図5に矢印Pで示した方向に移動させて、スラリー22aに対して100kgf/cm²のプレス圧力を5分間かけ、スラリー22aの水分をフィルタ105を介して受部103に設けた水抜き孔103aを通して抜き、図6に示すような複数のコイル25を内蔵した磁性マザー成形板22Mを得た。

【0020】次に、磁性マザー成形板22Mを35℃で48時間乾燥した後、アルミナ製のさやに入れ、910℃の温度で2時間焼成した。こうして得られた磁性マザー焼結板22Mを所定のサイズ毎にカットし、コイル25を1個内蔵した磁性焼結体22を切り出す。この磁性焼結体22に外部電極27a、27bを、導電ペーストの塗布焼付け、あるいは、スパッタリング、蒸着、無電解メッキ等の手法により形成し、図7のインダクタ21を得た。

【0021】このようにして、いわゆる湿式プレス工法により、インダクタ21を製造すれば、コイル25が発生する磁束の磁路となる磁性焼結体22が形成される。従って、インダクタ21は、積層型インダクタのような導体パターンの印刷や磁性体シートの積層等の煩雑な工程を経ることなく、容易に形成することができる。

【0022】さらに、磁性体コア23に巻回される巻線24は、その導電率及び断面積を、従来の導電ペーストの印刷により形成される導体パターンに比較して大きなものとすることができる。これにより、コイル25の直流抵抗値を小さくすると共に、電流容量も大きくすることができる。この結果、インダクタ21は、発熱量が少なくなり、使用時における磁気特性が安定する。しかも、巻線24を磁性体コア23に巻回することで、湿式プレス用スラリーを成型型に注入する際の圧力等が巻線24に加わっても、コイル部の変形がなく、安定した磁気特性が得られる。しかも、磁性マザー成形板22Mを焼成する際の、コイル部の収縮による磁性マザー成形板22Mの割れを防止することもできる。また、スラリーをプレス加圧して、スラリーに含まれている水分を抜きながら磁性成形体を成形するため、スラリー内部に気泡が発生しにくく、充填性を向上させることができる。さらに、巻線24として、多様な直径を有しかつ高い導電性を有する例えば銀線等の既成の金属線から設計仕様に合致するものを選択してそのまま使用することができる。

【0023】表2は、こうして得られたインダクタ21の直流抵抗値及び定格電流を測定した結果を示すものである。比較のために、従来の積層型インダクタの直流抵抗値及び定格電流を測定した結果も併せて示している。表2より、インダクタ21の直流抵抗値が小さく、電流容量が大きいことがわかる。

【0024】

【表2】

表2

| | 実施形態 | 従来例 |
|-------------------|----------|-----|
| 直流抵抗 (Ω) | 0.05~0.1 | 0.6 |
| 定格電流 (A) | 2~3 | 0.2 |

【0025】〔第2実施形態、図8〕本発明に係るインダクタの第2実施形態の一部破断斜視図を図8に示す。該インダクタ21aは、アレイタイプのノイズフィルタ等として用いられるものである。インダクタ21aは、フェライト等からなる直方体形状の磁性成形体22内に、円柱状の磁性体コア23に巻線24を巻回してなる複数（図8では4個）のコイル25、25、…を、相互に電磁的に独立した状態で配置したものである。磁性焼結体22は、第1実施形態で詳細に説明した、いわゆる湿式プレス工法により形成されてなるものである。コイル25、25、…は、アルミナ等の非磁性材料からなる四角形状の板材26を間にして、磁性体コア23の軸を一定の方向に揃えて配置されている。コイル25、25、…の各々の巻線24の両端部24a、24bは、磁性焼結体22の互いに対向する側面にそれぞれ形成された入力電極27a及び出力電極27bにそれぞれ電気的に接続されている。非磁性板材26は、隣接するコイル25が相互に非磁性板材26の陰に隠れるのに十分のサイズにするのが望ましい。従って、非磁性板材26は、磁性体コア23の長さ及び直径よりも大きい長さ及び幅寸法に設定される。

【0026】このようにして、いわゆる湿式プレス工法により、アレイ状のインダクタ21aを製造すれば、コイル25、25、…の各々が発生する磁束の磁路となる磁性焼結体22が形成される。従って、インダクタ21aは、積層型インダクタアレイのような導体パターンの印刷や磁性体シートの積層等の煩雑な工程を経ることなく、容易に形成することができる。

【0027】さらに、磁性体コア23に巻回される巻線24は、その導電率及び断面積を、従来の導電ペーストの印刷により形成される導体パターンに比較して大きなものとすることができる。これにより、各コイル25の直流抵抗値を小さくすると共に、電流容量も大きくすることができる。この結果、インダクタ21aは、発熱量が少なくなり、使用時における磁気特性が安定する。

【0028】また、互いに隣接するコイル25、25の間には非磁性板材26が配設されているので、隣接するコイル25相互間の磁路形成が非磁性板材26によって阻止される。これにより、一つのコイル25から出た磁束が隣接するコイル25に鎖交するのが防止され、隣接するコイル25、25同士間で信号やノイズがリークするのを防止することができる。

【0029】〔第3実施形態、図9〕本発明に係るインダクタの第3実施形態を図9に示す。該インダクタ21bは、図8において説明した第2実施形態のインダクタ21aの非磁性板材26に代えて、磁性焼結体22に空洞28を設けたものである。空洞28は、互いに隣接するコイル25、25の間に配設されている。この空洞28は、例えば、空洞形成用凸部を設けた成型型を用いて、湿式プレス用スラリーを成型型に注入する際、空洞28となる部分に湿式プレス用スラリーが充填されないように工夫することによって形成される。

【0030】以上の構成からなるインダクタ21bも、前記第2実施形態のインダクタ21aと同様の作用効果を奏することができる。つまり、隣接するコイル25相互間の磁路形成が空洞28によって阻止される。従って、一つのコイル25から出た磁束が、隣接するコイル25に殆ど鎖交しない。この結果、隣接するコイル25同士間で信号やノイズがリークするのを防止することができる。

【0031】〔第4実施形態、図10及び図11〕本発明に係るインダクタの第4実施形態の一部破断斜視図を図10に示す。該インダクタ21cは、トランスやコモンモードチョークコイルとして使用されるものであって、フェライト等からなる直方体形状の磁性焼結体22内に、円柱状の磁性体コア23に一对の巻線31、32を揃えて同じ巻方向に巻回する、いわゆるバイファイラ巻きにより巻回してなる複数（図10では2個）のコイル25、25を配置したものである。磁性焼結体22は、第1実施形態で詳細に説明した、いわゆる湿式プレス工法により形成されてなるものである。磁性体コア23は、その軸を磁性焼結体22の長手方向に合致させて配置されている。

【0032】巻線31の両端部31a、31bは、磁性焼結体22の互いに対向する側面にそれぞれ形成された入力電極41a及び出力電極41bにそれぞれ電気的に接続されている。巻線32の両端部32a、32bは、磁性焼結体22の互いに対向する側面にそれぞれ形成された入力電極42a及び出力電極42bにそれぞれ電気的に接続されている。図11は、インダクタ21cの電気等価回路図である。

【0033】このようにして、いわゆる湿式プレス工法により、インダクタ21cを製造すれば、コイル25、25の各々が発生する磁束の閉磁路となる磁性焼結体22が形成される。従って、インダクタ21cは、積層型インダクタのような導体パターンの印刷や磁性体シートの積層等の煩雑な工程を経ることなく、容易に形成することができる。

【0034】さらに、磁性体コア23に巻回される巻線31、32は、その導電率及び断面積を、従来の導電ペーストの印刷により形成されるコイル導体パターンに比較して大きなものとすることができる。これにより、巻

線31, 32の直流抵抗値を小さくすると共に、電流量も大きくすることができる。この結果、インダクタ21cは、発熱量が少なくなり、使用時における磁気特性が安定する。

【0035】また、インダクタ21cは、磁性焼結体22と磁性体コア23が同じ磁性体材料からなるので、その磁気特性が互いに等しく、磁性焼結体22と磁性体コア23の境界での磁束の乱れが殆どない。これにより、磁性焼結体22と磁性体コア23とで構成される閉磁路の磁気抵抗が低くなり、コイル25, 25の結合係数が高くなり、インダクタ21cの磁気的性能を向上させることができる。因みに、インダクタ21cの結合係数は80%であった。

【0036】〔第5実施形態、図12〕第5実施形態の一部破断斜視図を図12に示す。インダクタ21dは、図10にて説明したインダクタ21cにおいて、円柱形状を有する磁性体コア23を、その軸を磁性焼結体22の長手方向に対して直交するように配置したものである。その他の構成並びに製造方法は、第4実施形態のインダクタ21cと同様である。インダクタ21dも、第4実施形態のインダクタ21cと同様の作用効果を奏することができる。

【0037】〔第6実施形態、図13〕第6実施形態の一部破断斜視図を図13に示す。該インダクタ21eは、図10にて説明したインダクタ21cにおいて、二本の巻線31, 32を、円環形状を有するトロイダル磁性体コア23tに巻回したものである。第6実施形態のインダクタ21eも、第4実施形態のインダクタ21cと同様の作用効果を奏することができる。

【0038】〔第7実施形態、図14〕第7実施形態の一部破断斜視図を図14に示す。該インダクタ21fは、図10にて説明したインダクタ21cにおいて、二本の巻線31, 32を、円柱形状の磁性体コア23の中央部を境にしてその一端側23m及び他端側23nにそれぞれ巻回したものである。さらに、二本の巻線31, 32にてそれぞれ構成されるコイル25, 25の間には、アルミナ等からなるリング状の非磁性材50を、磁性体コア23の表面に装着させている。この非磁性材50は、自己インダクタンスのみに寄与する磁束の磁路形成を阻止し、自己インダクタンス及び相互インダクタンスの両者に寄与する磁束の磁路を主として形成するサイズとされる。第7実施形態のインダクタ21fは、第4実施形態のインダクタ21cと同様の作用効果を奏することができると共に、以下に説明する効果も有している。

【0039】すなわち、インダクタ21fは、二つの巻線31, 32が磁性体コア23の異なる位置に離れてそれぞれ巻回されているので、非磁性材50を設けないときには、巻線31, 32がそれぞれ構成するコイル25, 25間の磁性焼結体領域から一部の磁束が出入りする。

つまり、一つのコイル25から出た磁束のうち、他の隣接するコイル25と鎖交しない磁束、即ち、自己インダクタンスのみに寄与する磁束の磁路が形成される。ところが、非磁性材50を設けることにより、巻線31, 32がそれぞれ構成するコイル25, 25間の磁性焼結体22領域における磁気抵抗が高くなり、該領域における磁束の出入りは阻止され、自己インダクタンスのみに寄与する磁束の磁路形成が非磁性材50によって阻止される。従って、一つのコイル25から出た磁束の大部分は他の隣接するコイル25と鎖交するようになる。つまり、磁性焼結体22内には、他の隣接するコイル25と鎖交する磁束、即ち、自己インダクタンス及び相互インダクタンスの両者に寄与する磁束の磁路が主として形成されることになる。このため、巻線31, 32を磁性体コア23の異なる位置に別々に巻回しても、巻線31, 32が構成するコイル25, 25間の結合係数を大きくすることができる。因みに、非磁性材50を設けることにより、結合係数を50% (=非磁性材を設けない場合の結合係数) から95%に増大させることができた。

【0040】〔第8実施形態、図15〕第8実施形態の一部破断斜視図を図15に示す。該インダクタ21gは、図10において説明したインダクタ21cにおいて、二本の巻線31, 32のうちの一方の巻線32を、アルミナ等からなる円筒状の非磁性材50aに巻回し、非磁性材50aの内部に他方の巻線31を巻回した円柱状の磁性体コア23を同軸に配置したものである。

【0041】インダクタ21gは、巻線31, 32がそれぞれ構成するコイル25, 25の間に非磁性材50aを配設しているので、二つのコイルに挟まれた領域における磁気抵抗が高くなり、該領域における磁束の出入りは阻止され、自己インダクタンスのみに寄与する磁束の磁路形成が非磁性材50aによって阻止される。従って、磁性体コア23の一端から出た磁束の大部分は、円筒状の非磁性材50aの内側を通ることなく、非磁性材50aの外部を通過して、磁性体コア23の他端に戻る。言いかえと、一つのコイル25から出た磁束の大部分は他の隣接するコイル25と鎖交するようになる。つまり、磁性体コア22内には、他の隣接するコイル25と鎖交する磁束、即ち、自己インダクタンス及び相互インダクタンスの両者に寄与する磁束の磁路が主として形成されることになる。従って、インダクタ21gの場合も、第7実施形態のインダクタ21fと同様に、巻線31, 32が構成するコイル25, 25間の結合係数を大きくすることができる。因みに、非磁性材50aを設けることにより、結合係数を60% (=非磁性材を設けない場合の結合係数) から98%に増大させることができた。

【0042】〔第9実施形態、図16〕第9実施形態の一部破断斜視図を図16に示す。該インダクタ21h

は、図10にて説明したインダクタ21cにおいて、二本の巻線31、32を二つの円柱形状の磁性体コア23a、23bにそれぞれ巻回し、かつ、これら二つの磁性体コア23a、23bを並置してその間にアルミナ等からなる非磁性材50を配置したものである。

【0043】インダクタ21hは、非磁性材50が磁性体コア23a、23bの間に設けられているので、巻線31、32がそれぞれ構成するコイル25、25間の磁性成形体22領域における磁気抵抗が高くなり、該領域における磁束の出入りは阻止され、自己インダクタンスのみに寄与する磁束の磁路形成が非磁性材50によって阻止される。従って、一つのコイル25から出た磁束の大部分は他の隣接するコイル25と鎖交するようになる。つまり、磁性焼結体22内には、他の隣接するコイル25と鎖交する磁束、即ち、自己インダクタンス及び相互インダクタンスの両者に寄与する磁束の磁路が主として形成されることになる。これにより、二つの巻線31、32が構成するコイル25、25間の結合係数を大きくすることができる。因みに、非磁性材50を設けることにより、結合係数を40% (=非磁性材を設けない場合の結合係数) から92%に増大させることができた。

【0044】[第10実施形態、図17] 第10実施形態の一部破断斜視図を図17に示す。該インダクタ21iは、図16にて説明したインダクタ21hの非磁性材50に代えて、磁性焼結体22に空洞50bを設けたものである。空洞50bは、互いに隣接する巻線31、32の間に配設されている。この空洞50bは、例えば、空洞形成用凸部を設けた成型型を用いて、湿式プレス用スラリーを成型型に注入する際、空洞50bとなる部分に湿式プレス用スラリーが充填されないように工夫することによって形成される。

【0045】このような構成を有するインダクタ21iにおいて、空洞50bは第9実施形態の非磁性材50と同様に磁気抵抗を有しているので、第9実施形態のインダクタ21hと同様の作用効果を奏することができる。因みに、空洞50bを設けることにより、結合係数を40% (=空洞を設けない場合の結合係数) から92%に増大させることができた。

【0046】[第11実施形態、図18及び図19] 本発明は、三本(もしくはそれ以上)の巻線によりそれぞれ構成されるコイルを有するインダクタにも適用することができる。図18に示すように、インダクタ21jは、三本の巻線31~33を、三つの円柱形状の磁性体コア23a~23cにそれぞれ巻回し、かつ、これら磁性体コア23a~23cを並置して磁性焼結体22の内部に配置したものである。巻線31~33のうち、巻線31の両端部31a、31bは入力電極41a及び出力電極41bにそれぞれ接続されている。同様に、巻線32の両端部32a、32bは入力電極42a及び出力電

極42bにそれぞれ接続され、巻線33の両端部33a、33bは入力電極43a及び出力電極43bにそれぞれ接続されている。入力電極41a~43a及び出力電極41b~43bは、磁性焼結体22の対向する側面にそれぞれ形成されている。インダクタ21jは、第1実施形態と同様の手法により容易に製造することができ、また、電流容量も大きなものとなる。図19は、インダクタ21jの電気等価回路図である。

【0047】[第12実施形態、図20] 第12実施形態の一部破断斜視図を図20に示す。該インダクタ21lは、図10にて説明したインダクタ21cにおいて、一つの磁性体コア23に三本の巻線31~33を巻回し、トリファイラ巻としたものである。このインダクタ21lも、図10のものと同様の作用効果を奏することができる。

【0048】[他の実施形態] なお、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。例えば、磁性体コアは、横断面円形に限るものではなく、横断面矩形等であってもよい。また、スラリーを成形する方法として、湿式プレス工法について説明したが、樹脂硬化法、鋳込成形法、ゲルキャスト法等を用いるものであってもよい。さらに、導体線は前記実施形態のように必ずしも螺旋状に巻回する必要はなく、直線状のものであってもよい。

【0049】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、導体線、あるいは、磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成されたコイルを、スラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体に内蔵することにより、磁性焼結体は、コイルによって発生した磁束の磁路となる。そして、導体線は、その導電率及び断面積を、従来の積層型インダクタの導体パターンと比較して大きなものとすることができる。これにより、直流抵抗値が小さくかつ電流容量も大きいインダクタを得ることができる。

【0050】また、本発明に係るインダクタは、磁性体コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成された複数のコイルを、相互に電磁氣的に独立した状態で、磁性セラミックスラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体に内蔵することにより、電流容量が大きいアレイタイプのインダクタを得ることができる。さらに、磁性焼結体内の複数のコイル相互間に非磁性材あるいは空洞を配設することにより、隣接するコイル相互間の磁路形成が非磁性材あるいは空洞によって阻止されるので、一つのコイルから出た磁束が隣接するコイルに鎖交するのが防止され、隣接するコイル同士間で信号やノイズがリークするのを防止することができる。さらに、コイル相互間の電磁氣的結合が小さいので、コイル相互間の距離を短くでき、小型化を図ることができる。

【0051】また、本発明に係るインダクタは、磁性体

コアと該磁性体コアに巻回された導体線とで構成され、かつ、電磁氣的に結合された少なくとも一対のコイルを、磁性セラミックスラリーを成形し焼成してなる磁性焼結体に内蔵することにより、電流量が大きく、かつ、トランスやコモンモードチョークコイルに適したインダクタを得ることができる。

【0052】さらに、隣接するコイル相互間の磁性成形体領域に非磁性材あるいは空洞を配設することにより、該磁性成形体領域の磁気抵抗が高くなるので、一つのコイルから出た磁束の大部分は他の隣接するコイルと鎖交するようになる。従って、隣接するコイル間の電磁氣的結合が強くなり、結合係数がより大きなインダクタを得ることができる。

【0053】また、いわゆる湿式プレス工法を採用してインダクタを製造することにより、導体パターンの印刷や磁性体シートの積層等の煩雑な工程を経ることなく、インダクタを容易に製造できるので、インダクタを安価なコストで量産することができる。しかも、スラリーをプレス加圧して、スラリーに含まれている水分を抜きながら成形するため、スラリー内部に気泡が発生しにくく、充填性が良い。そして、磁性体コアに導体線を巻回することにより、導体線の変形を抑えることができる。

【0054】さらに、スラリーを湿式プレス成形して形成した磁性成形板に複数のコイルを固定した後、磁性成形板を成形型に装填することにより、個々のコイルを直接に成形型に装填する必要がなくなり、生産性をアップさせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るインダクタの第1実施形態の一部破断斜視図。

【図2】図1に示したインダクタに用いられるコイルの斜視図。

【図3】図1に示したインダクタの製造方法を説明するための断面図。

【図4】図3に続く製造工程を示す斜視図。

【図5】図4に続く製造工程を示す断面図。

【図6】図5に続く製造工程を示す斜視図。

【図7】図6に続く製造工程を示す斜視図。

【図8】本発明に係るインダクタの第2実施形態の一部破断斜視図。

【図9】本発明に係るインダクタの第3実施形態の一部

破断斜視図。

【図10】本発明に係るインダクタの第4実施形態を示す一部破断斜視図。

【図11】図10に示したインダクタの電気等価回路図。

【図12】本発明に係るインダクタの第5実施形態の一部破断斜視図。

【図13】本発明に係るインダクタの第6実施形態の一部破断斜視図。

【図14】本発明に係るインダクタの第7実施形態の一部破断斜視図。

【図15】本発明に係るインダクタの第8実施形態の一部破断斜視図。

【図16】本発明に係るインダクタの第9実施形態の一部破断斜視図。

【図17】本発明に係るインダクタの第10実施形態の一部破断斜視図。

【図18】本発明に係るインダクタの第11実施形態の一部破断斜視図。

【図19】図18に示したインダクタの電気等価回路図。

【図20】本発明に係るインダクタの第12実施形態の一部破断斜視図。

【図21】従来の積層型インダクタの分解斜視図。

【図22】図21に示したインダクタの外観斜視図。

【符号の説明】

21, 21a~21i...インダクタ

22...磁性焼結体

22a...湿式プレス用スラリー

22m...磁性成形板

22M...磁性マザー成形板

23, 23a~23c, 23t...磁性体コア

24, 31~33...巻線

25...コイル

26...非磁性板材

27a, 41a~43a...入力電極

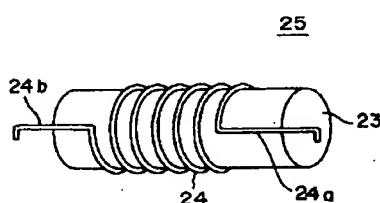
27b, 41b~43b...出力電極

28...空洞

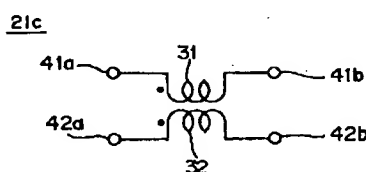
50, 50a...非磁性材

50b...空洞

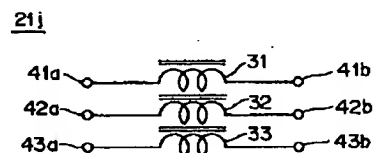
【図2】



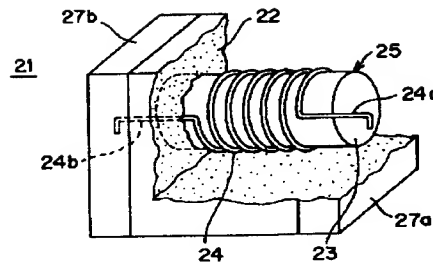
【図11】



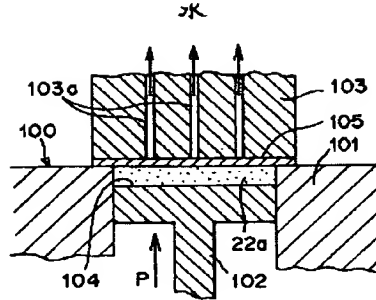
【図19】



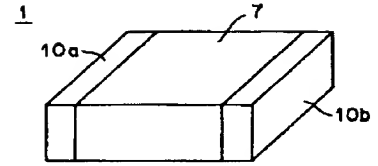
【図1】



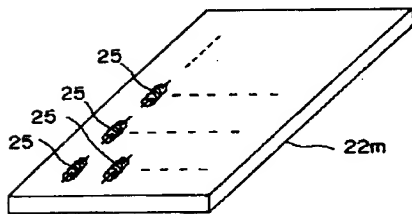
【図3】



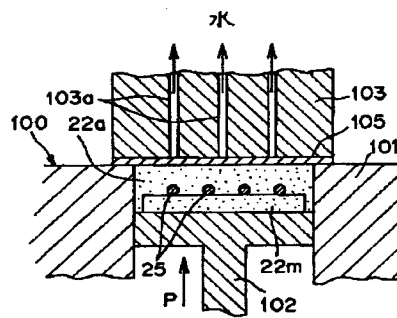
【図22】



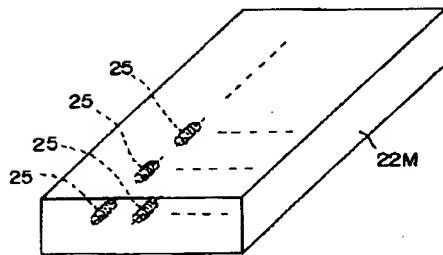
【図4】



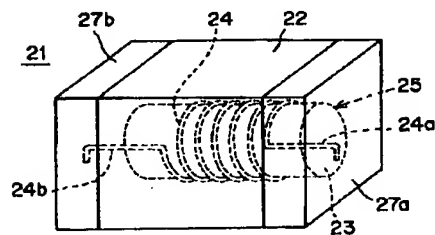
【図5】



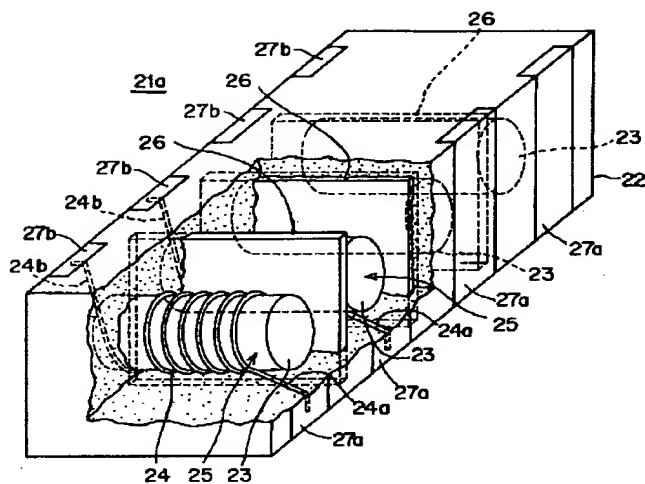
【図6】



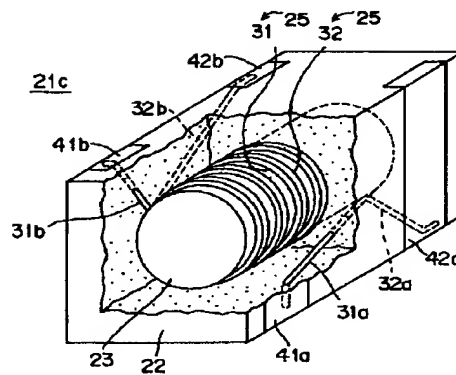
【図7】



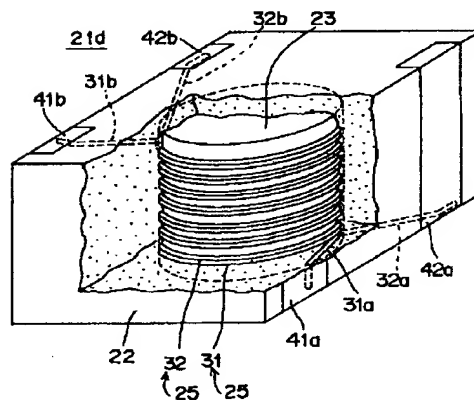
【図8】



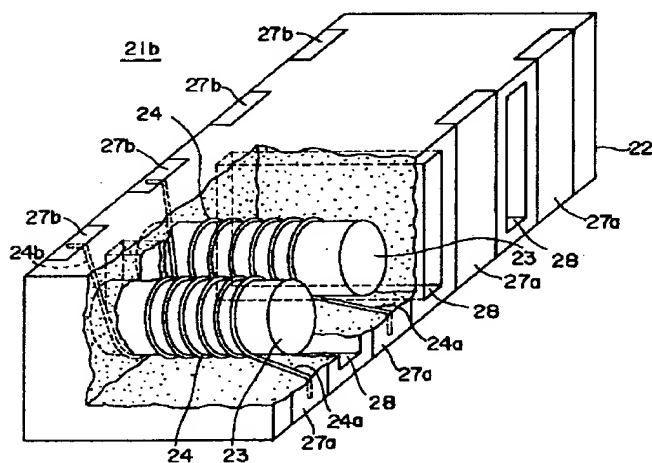
【図10】



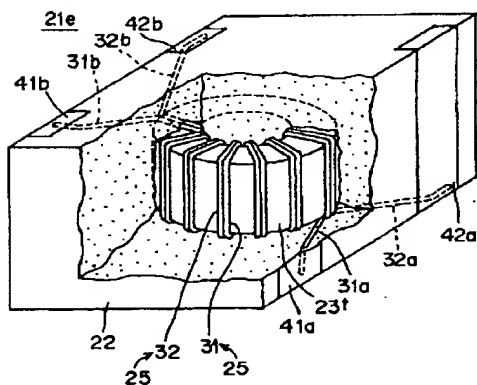
【図12】



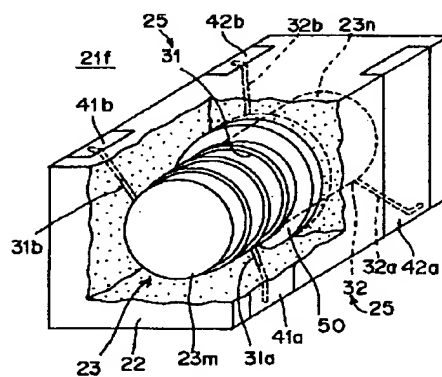
【図9】



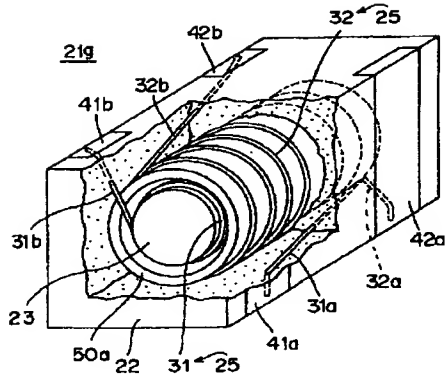
【図13】



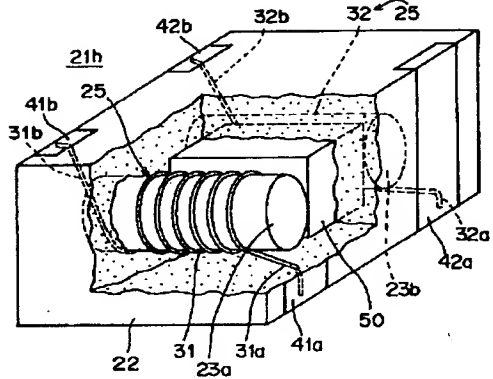
【図14】



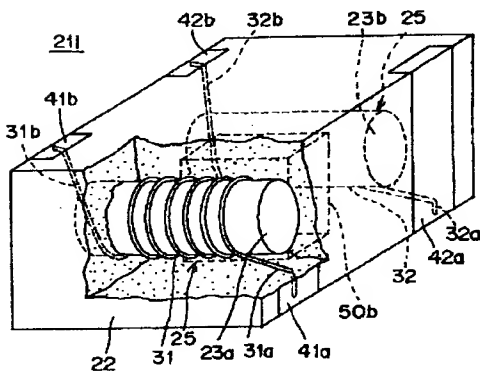
【図15】



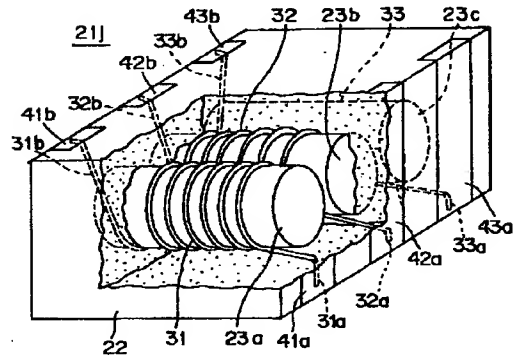
【図16】



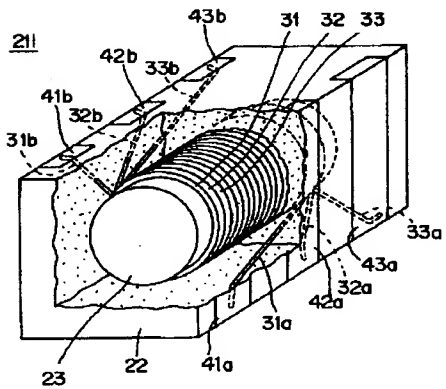
【図17】



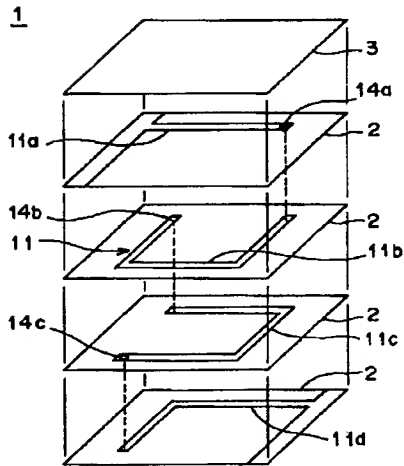
【図18】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 高弘
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
(72)発明者 小松 裕
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 森本 正士
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
(72)発明者 鹿間 隆
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

Fターム(参考) 5E062 FF02 FF03 FG01 FG07
5E070 AA01 AB02 AB03 BA07 BA14
CA02 CA04 CA14 DA11 DA17
DA20 EA01